

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
6 octobre 2005 (06.10.2005)

PCT

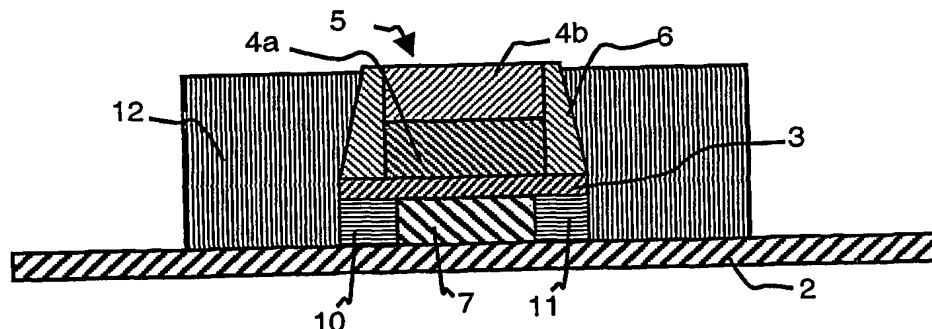
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/093794 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
**H01L 21/04, 29/786**
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2005/000717
- (22) Date de dépôt international : 25 mars 2005 (25.03.2005)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
0403073 25 mars 2004 (25.03.2004) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :  
DELEONIBUS, Simon [FR/FR]; 40, allée des Giteaux,  
La Chanteraie, F-38640 Claix (FR).
- (74) Mandataires : HECKE, Gérard etc.; Cabinet Hecke,  
WTC Europole, 5, place Robert Schuman, BP 1537,  
F-38025 Grenoble Cédex 1 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR MAKING A FIELD-EFFECT TRANSISTOR WITH DIAMOND-LIKE CARBON CHANNEL AND  
RESULTING TRANSISTOR

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP A CANAL EN CARBONE DIAMANT  
ET TRANSISTOR OBTENU



(57) Abstract: The invention concerns a field-effect transistor comprising a source (10) and a drain (11) connected via a channel (7) controlled by a gate electrode (5) separated from the channel (7) by an gate insulator (3). The channel (7) is made of a diamond-like carbon layer. The method for making the transistor comprises successively: depositing a diamond-like carbon layer on a substrate (2), depositing a gate insulating layer (3) and depositing at least one conductive layer (4). The conductive layer (4) is etched so as to form the gate electrode (5). Then an insulating material is deposited on flanks of the gate electrode (5) to form an insulating side (6). The gate insulating layer (3) is etched and the diamond-like carbon layer is etched so as to define the channel (7). Then, a semiconductor material designed to form the source (10) and a semiconductor material designed to form the drain (11) are deposited on either side of the channel (7).

(57) Abrégé : Le transistor à effet de champ comporte une source (10) et un drain (11) reliés par un canal (7) commandé par une électrode de grille (5) séparée du canal (7) par un isolant de grille (3). Le canal (7) est constitué par une couche en carbone diamant. Le procédé de réalisation du transistor comporte successivement le dépôt d'une couche de carbone diamant sur un substrat (2), le dépôt d'une couche isolante de grille (3) et le dépôt d'au moins une couche conductrice (4). La couche conductrice (4) est gravée de manière à former l'électrode de grille (5). Ensuite un matériau isolant est déposé sur des flancs de l'électrode de grille (5) pour constituer un isolant latéral (6). Puis, la couche isolante de grille (3) est gravée et la couche de carbone diamant est

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/093794 A1



PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

gravée de manière à délimiter le canal (7). Ensuite, un matériau semi-conducteur destiné à constituer la source (10) et un matériau semi-conducteur destiné à constituer le drain (11) sont déposés de part et d'autre du canal (7).

## **Procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ à canal en carbone diamant et transistor obtenu**

### **5      Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ comportant une source et un drain reliés par un canal commandé par une électrode de grille séparée du canal par un isolant de grille, le canal étant  
10      constitué par une couche en carbone diamant.

### **État de la technique**

15      Un transistor à effet de champ comporte une source et un drain qui sont reliés par un canal. Une électrode de grille, séparée du canal par un isolant de grille, permet de commander l'état de conduction du canal. Classiquement, la source, le drain et le canal des transistors à effet de champ sont réalisés à partir de matériau semi-conducteur, par exemple le silicium.

20      Pour la réalisation d'un inverseur de type CMOS, un transistor de type PMOS et un transistor de type NMOS sont assemblés. Le fonctionnement optimal de l'inverseur requiert que le courant de saturation dans le transistor PMOS soit égal au courant de saturation dans le transistor NMOS. Dans un transistor  
25      NMOS, le courant électrique parcourant le canal est un courant d'électrons, tandis que dans un transistor PMOS, le courant électrique parcourant le canal est un courant de trous. Le courant est proportionnel à la mobilité des porteurs de charge correspondants. La mobilité des électrons dans le silicium étant supérieure à la mobilité des trous dans le silicium, les dimensions des

transistors NMOS et PMOS sont adaptées de manière à obtenir des courants de saturation égaux dans les transistors NMOS et PMOS. Ainsi, le transistor PMOS d'un inverseur CMOS, par exemple, a une largeur de canal supérieure à la largeur de canal du transistor NMOS associé. La miniaturisation de l'inverseur CMOS est alors limitée par les dimensions du transistor PMOS.

Les transistors à effet de champ comportant des canaux en diamant sont bien connus. Le document US5107315, par exemple, décrit un transistor à effet de champ de type métal/isolant/semi-conducteur (MIS) disposé sur une couche isolante en diamant formée sur un substrat en silicium. Une couche de diamant semi-conductrice dopée P forme un canal. Une source et un drain sont formés par des couches en diamant semi-conductrices dopées N. Un isolant de grille en diamant est disposé sur le canal et une électrode de grille est disposée sur cet isolant de grille. Le document US5107315 décrit également un transistor ayant un canal dopé N et des source et drain dopés P. La fabrication du transistor consiste à réaliser successivement le canal, les source et drain, l'isolant de grille et la grille. Un tel transistor peut présenter des capacités parasites entre drain et grille et entre source et grille, ce qui détériore les performances du transistor.

## Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et en particulier de permettre de réaliser des transistors et des portes logiques de faibles dimensions présentant de faibles capacités parasites.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, en particulier, par le fait que le procédé comporte successivement

- le dépôt d'une couche de carbone diamant sur un substrat,

- le dépôt d'une couche isolante de grille sur la couche de carbone diamant,
- le dépôt, sur la couche isolante de grille, d'au moins une couche conductrice et sa gravure, de manière à former l'électrode de grille,
- le dépôt d'un matériau isolant sur des flancs de l'électrode de grille pour  
5 constituer un isolant latéral,
- la gravure de la couche isolante de grille,
- la gravure de la couche de carbone diamant de manière à délimiter le canal,
- le dépôt, de part et d'autre du canal, d'un matériau semi-conducteur destiné à constituer la source et d'un matériau semi-conducteur destiné à constituer  
10 le drain.

L'invention a également pour but un transistor obtenu par le procédé selon l'invention et une porte logique de type CMOS comportant de tels transistors.

15

### Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention  
20 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

Les figures 1 à 5 illustrent un mode de réalisation particulier d'un procédé de réalisation d'un transistor selon l'invention.

25

La figure 6 représente schématiquement un inverseur CMOS comportant des transistors selon l'invention.

### Description de modes particuliers de réalisation

Le transistor à effet de champ selon l'invention comporte un canal constitué par  
une couche en carbone diamant. Le canal peut être dopé par des dopants du  
type N pour former un transistor de type PMOS ou des dopants du type P pour  
former un transistor de type NMOS. Pour un dopage de  $10^{15}$  atomes par  
centimètre cube, le carbone diamant a, à température ambiante, une mobilité  
d'électrons de  $1800\text{cm}^2/\text{Vs}$  et une mobilité de trous de  $1800\text{cm}^2/\text{Vs}$ . Deux  
transistors, respectivement de type NMOS et de type PMOS, dont les canaux  
ont des largeurs égales, ont alors des courants de saturation identiques. Ceci  
permet de construire des portes logiques, par exemple un inverseur CMOS,  
comportant des transistors de type PMOS et NMOS ayant les mêmes  
dimensions et dont la surface est 28% inférieure à la surface d'un inverseur  
CMOS à base de silicium.

Selon l'invention, une couche 1 de carbone diamant est déposée sur un substrat  
2, comme représenté à la figure 1. Le substrat peut comporter, à sa surface,  
une couche mince isolante, par exemple une couche en oxyde ayant une forte  
constante diélectrique, par exemple de l'alumine. Puis, on dépose une couche  
isolante de grille 3 sur la couche 1 en carbone diamant. Ensuite, une couche  
conductrice 4 est déposée sur la couche isolante de grille 3. Comme représenté  
à la figure 1, la couche conductrice 4 peut être constituée par la superposition  
d'une première couche 4a conductrice et d'une seconde couche 4b, conductrice  
ou non, qui peut être utilisée comme couche de masquage à la gravure ou à  
l'implantation. La couche 4a conductrice peut être déposée par dépôt chimique  
en phase gazeuse basse pression ou par épitaxie. Une étape de gravure permet  
de délimiter la couche conductrice 4 latéralement, par l'intermédiaire d'un  
masque (non-représenté), de manière à former l'électrode de grille 5. Ensuite, le

dépôt d'un matériau isolant sur les flancs de l'électrode de grille 5 permet de constituer un isolant latéral 6 de l'électrode de grille 5. L'isolant électrique latéral 6 peut être réalisé par dépôt, autour de l'électrode de grille 5, d'une couche ayant une épaisseur correspondant à l'épaisseur de la couche conductrice 4, suivi par une gravure par l'intermédiaire d'un masque (non-représenté).

Sur la figure 2 est représentée la gravure de la couche isolante de grille 3 dans les zones du substrat 2 non recouvertes par l'électrode de grille 5 et l'isolant 6. Cette gravure peut être réalisée en utilisant des mélanges chlorés et une technique de type cathode chaude.

La gravure de la couche 1 de carbone diamant, représentée à la figure 3, permet de délimiter latéralement le canal 7. Pour attaquer le carbone diamant il suffit de l'oxyder. On favorise la réaction  $2C + O_2 = 2CO$  ou encore  $C + O_2 = CO_2$ . On peut utiliser un mélange d'oxygène et d'argon, servant de gaz porteur et permettant de diluer l'oxygène en vue de régler finement la vitesse d'attaque. La couche 1 de carbone diamant peut être gravée par gravure anisotrope ou isotrope, comme représenté à la figure 3. Par gravure isotrope, on obtient un retrait 8 de la couche 1 de carbone diamant sous la couche isolante de grille 3, de préférence jusque sous l'électrode de grille 5. La gravure isotrope peut être effectuée par plasma d'oxygène à faible énergie ou par l'intermédiaire d'un flux d'oxygène dirigé sur la couche 1 de carbone diamant. La gravure anisotrope peut être effectuée par gravure ionique réactive en utilisant un plasma d'oxygène. Le substrat 2 peut être densifié par plasma d'oxygène en fin de la gravure de la couche 1 de carbone diamant.

Sur la figure 4 est représenté le dépôt sur le substrat 2, de part et d'autre du canal 7, par exemple par épitaxie, d'un matériau semi-conducteur 9a et 9b destiné à constituer respectivement la source et le drain.

Une gravure anisotrope du matériau semi-conducteur 9a et 9b dans les zones du substrat 2 non recouvertes par l'électrode de grille et l'isolant latéral 6 permet de délimiter latéralement le matériau semi-conducteur 9a et 9b et de former la source 10 et le drain 11, comme représenté à la figure 5. La gravure du matériau semi-conducteur permet en particulier d'obtenir un transistor de faible taille. La fabrication du transistor se termine par la formation d'éléments de contact reliés à la source 10 et au drain 11, par dépôt d'un métal 12 sur le substrat 2, planarisation, par exemple par voie mécano-chimique, et gravure du métal 12.

En variante, la source 10 et le drain 11 peuvent être constitués de matériaux différents. Dans ce cas, on peut, par exemple, procéder à un masquage de la zone correspondant au drain 11 pendant le dépôt du matériau semi-conducteur 9a destiné à constituer la source 10, retirer le masque, puis masquer le matériau semi-conducteur 9a pendant le dépôt du matériau semi-conducteur 9b et retirer ce second masque. On peut ensuite graver de façon anisotrope les matériaux 9a et 9b pour délimiter respectivement la source 10 et le drain 11, comme précédemment.

Le matériau semi-conducteur 9a peut, par exemple, être du diamant, constituant la source 10 d'un transistor de type NMOS ou PMOS. Le matériau semi-conducteur 9b peut, par exemple, être du diamant, du germanium, de l'arséniure de gallium ou de l'antimoniure d'indium pour constituer le drain 11 d'un transistor NMOS, et du diamant ou du germanium pour constituer le drain 11 d'un transistor PMOS.

Le procédé décrit ci-dessus permet notamment d'aligner automatiquement la source et le drain par rapport à la grille. Ceci permet d'éviter la formation de



capacités parasites entre drain et grille et entre source et grille, qui détériorent les performances du transistor. En effet, contrairement au procédé de réalisation selon le document US5107315, dans lequel la source et le drain sont réalisés avant la réalisation de la grille, ces étapes sont inversées dans le procédé décrit

5 ci-dessus. L'ensemble constitué par l'électrode de grille 5, l'isolant latéral 6 et la partie correspondante de l'isolant de grille 3, sert de masque pour graver la couche 1 de carbone diamant, de manière à délimiter le canal 7. Puis, la source et le drain se positionnent autour du canal, au même niveau, sous ledit ensemble.

10

Sur la figure 6, un transistor PMOS 13 et un transistor NMOS 14, constituant un inverseur de type CMOS, comportent respectivement une source 10, un drain 11 et une électrode de grille. Leurs électrodes de grille 5 sont reliées à un conducteur commun 15. Les transistors PMOS et NMOS ont sensiblement les

15 mêmes dimensions, en particulier leurs largeurs L de canal sont identiques.

## Revendications

1. Procédé de réalisation d'un transistor à effet de champ comportant une source (10) et un drain (11) reliés par un canal (7) commandé par une électrode de grille (5) séparée du canal (7) par un isolant de grille (3), le canal (7) étant constitué par une couche (1) en carbone diamant, procédé caractérisé en ce qu'il comporte successivement
- le dépôt d'une couche (1) de carbone diamant sur un substrat (2),
  - le dépôt d'une couche isolante de grille (3) sur la couche (1) de carbone diamant,
  - le dépôt, sur la couche isolante de grille (3), d'au moins une couche conductrice (4) et sa gravure, de manière à former l'électrode de grille (5),
  - le dépôt d'un matériau isolant sur des flancs de l'électrode de grille (5) pour constituer un isolant latéral (6),
  - la gravure de la couche isolante de grille (3),
  - la gravure de la couche (1) de carbone diamant de manière à délimiter le canal (7),
  - le dépôt, de part et d'autre du canal (7), d'un matériau semi-conducteur (9a) destiné à constituer la source (10) et d'un matériau semi-conducteur (9b) destiné à constituer le drain (11).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gravure de la couche (1) de carbone diamant est isotrope, de manière à obtenir un retrait de la couche (1) de carbone diamant sous la couche isolante de grille (3).
3. Procédé selon la revendications 2, caractérisé en ce qu'il comporte une gravure anisotrope des matériaux semi-conducteurs (9a, 9b) dans les zones du substrat (2) non recouvertes par l'électrode de grille (5) et l'isolant latéral (6).

4. Transistor à effet de champ comportant un canal (7) constitué par une couche (1) en carbone diamant, transistor caractérisé en ce qu'il est obtenu par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.
- 5 5. Transistor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le canal (7) comporte des dopants du type N, de manière à former un transistor (13) de type PMOS .
- 10 6. Transistor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le canal (7) comporte des dopants du type P, de manière à former un transistor (14) de type NMOS.
- 15 7. Porte logique de type CMOS, caractérisée en ce qu'elle comporte des transistors (13, 14) de type PMOS selon la revendication 5 et de type NMOS selon la revendication 6, les transistors PMOS et NMOS ayant sensiblement les mêmes dimensions.

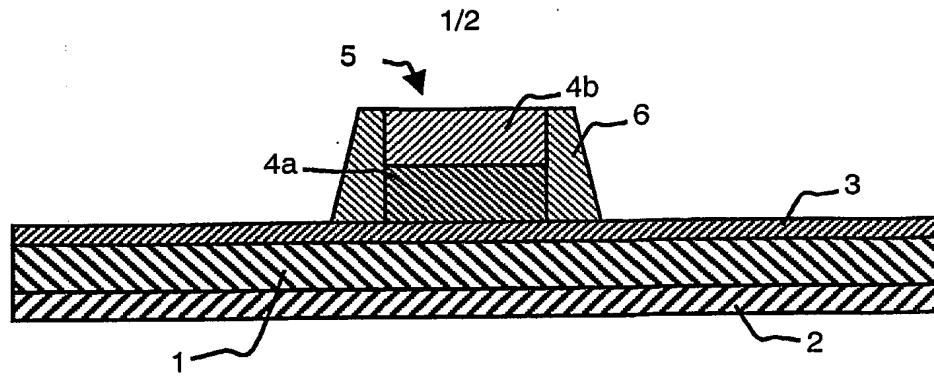


Figure 1

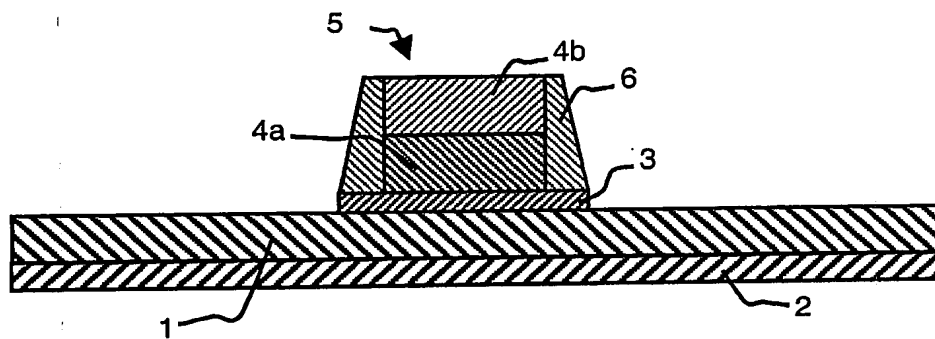


Figure 2

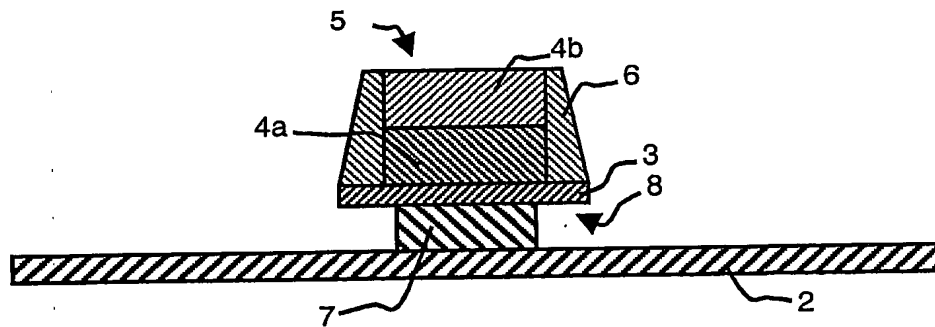


Figure 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000717

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L21/04 H01L29/786

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X          | US 5 107 315 A (MIYAUCHI SHIGEAKI ET AL)<br>21 April 1992 (1992-04-21)<br>figures 2a-2e<br>column 3, line 45 - column 4, line 22 | 1-7                   |
| A          | US 2001/000111 A1 (BLANCHARD RICHARD A)<br>5 April 2001 (2001-04-05)<br>the whole document                                       | 1-7                   |
| A          | US 5 455 432 A (HARTSELL MICHELLE L ET AL)<br>3 October 1995 (1995-10-03)<br>figure 4  | 1-7                   |
| A          | US 5 350 944 A (GEIS MICHAEL W ET AL)<br>27 September 1994 (1994-09-27)<br>figure 7  | 1-7                   |
|            | -----<br>-/--  |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2005

Date of mailing of the international search report

10/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5616 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nesso, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000717

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | US 6 025 233 A (TERASAWA YOSHIO)<br>15 February 2000 (2000-02-15)<br>figure 15                  | 1-7                   |
| A          | EP 0 343 962 A (DE BEERS IND DIAMOND)<br>29 November 1989 (1989-11-29)<br>figure 1h             | 1-7                   |
| A          | US 5 523 588 A (KOYAMA HISAH1 ET AL)<br>4 June 1996 (1996-06-04)<br>the whole document          | 1-7                   |
| A          | US 6 025 211 A (ISHIKURA TAKEFUMI ET AL)<br>15 February 2000 (2000-02-15)<br>the whole document | 1-7                   |
| A          | US 6 657 223 B1 (WANG HAIHONG ET AL)<br>2 December 2003 (2003-12-02)<br>the whole document      | 1-7                   |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/000717

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date  |
|---|----|---------------------|---|--|
| US 5107315                                | A  | 21-04-1992          | JP 2813023 B2<br>JP 3263872 A<br>GB 2243949 A , B                                 | 22-10-1998<br>25-11-1991<br>13-11-1991                             |
| US 2001000111                             | A1 | 05-04-2001          | US 6198114 B1<br>US 6399961 B1  | 06-03-2001<br>04-06-2002   |
| US 5455432                                | A  | 03-10-1995          | NONE  |  |
| US 5350944                                | A  | 27-09-1994          | WO 9007796 A1   | 12-07-1990   |
| US 6025233                                | A  | 15-02-2000          | JP 8213607 A<br>DE 69622295 D1<br>DE 69622295 T2<br>EP 0726604 A2<br>US 6002143 A | 20-08-1996<br>22-08-2002<br>27-02-2003<br>14-08-1996<br>14-12-1999 |
| EP 0343962                                | A  | 29-11-1989          | EP 0343962 A2<br>US 5114871 A<br>ZA 8903923 A                                     | 29-11-1989<br>19-05-1992<br>28-02-1990                             |
| US 5523588                                | A  | 04-06-1996          | JP 7099318 A  | 11-04-1995   |
| US 6025211                                | A  | 15-02-2000          | JP 3364119 B2<br>JP 10125932 A<br>EP 0827208 A2<br>US 5854496 A                   | 08-01-2003<br>15-05-1998<br>04-03-1998<br>29-12-1998               |
| US 6657223                                | B1 | 02-12-2003          | US 6852600 B1   | 08-02-2005   |



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/FR2005/000717

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01L21/04 H01L29/786

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                       | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| X           | US 5 107 315 A (MIYAUCHI SHIGEAKI ET AL)<br>21 avril 1992 (1992-04-21)<br>figures 2a-2e<br>colonne 3, ligne 45 - colonne 4, ligne 22 | 1-7                           |
| A           | US 2001/000111 A1 (BLANCHARD RICHARD A)<br>5 avril 2001 (2001-04-05)<br>le document en entier  | 1-7                           |
| A           | US 5 455 432 A (HARTSELL MICHELLE L ET AL)<br>3 octobre 1995 (1995-10-03)<br>figure 4  | 1-7                           |
| A           | US 5 350 944 A (GEIS MICHAEL W ET AL)<br>27 septembre 1994 (1994-09-27)<br>figure 7  | 1-7                           |
|             | -----<br>-/-   |                               |

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 juillet 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/08/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nesso, S

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2005/000717

| C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
| Catégorie *                                     | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents    | no. des revendications visées |
| A   | US 6 025 233 A (TERASAWA YOSHIO)<br>15 février 2000 (2000-02-15)<br>figure 15                     | 1-7                           |
| A   | EP 0 343 962 A (DE BEERS IND DIAMOND)<br>29 novembre 1989 (1989-11-29)<br>figure 1h               | 1-7                           |
| A   | US 5 523 588 A (KOYAMA HISAH I ET AL)<br>4 juin 1996 (1996-06-04)<br>le document en entier        | 1-7                           |
| A   | US 6 025 211 A (ISHIKURA TAKEFUMI ET AL)<br>15 février 2000 (2000-02-15)<br>le document en entier | 1-7                           |
| A   | US 6 657 223 B1 (WANG HAIHONG ET AL)<br>2 décembre 2003 (2003-12-02)<br>le document en entier     | 1-7                           |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/000717

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)   | Date de<br>publication   |
|---|----|------------------------|---|--|
| US 5107315                                      | A  | 21-04-1992             | JP 2813023 B2<br>JP 3263872 A<br>GB 2243949 A , B                                 | 22-10-1998<br>25-11-1991<br>13-11-1991                             |
| US 2001000111                                   | A1 | 05-04-2001             | US 6198114 B1<br>US 6399961 B1  | 06-03-2001<br>04-06-2002   |
| US 5455432                                      | A  | 03-10-1995             | AUCUN   |  |
| US 5350944                                      | A  | 27-09-1994             | WO 9007796 A1   | 12-07-1990   |
| US 6025233                                      | A  | 15-02-2000             | JP 8213607 A<br>DE 69622295 D1<br>DE 69622295 T2<br>EP 0726604 A2<br>US 6002143 A | 20-08-1996<br>22-08-2002<br>27-02-2003<br>14-08-1996<br>14-12-1999 |
| EP 0343962                                      | A  | 29-11-1989             | EP 0343962 A2<br>US 5114871 A<br>ZA 8903923 A                                     | 29-11-1989<br>19-05-1992<br>28-02-1990                             |
| US 5523588                                      | A  | 04-06-1996             | JP 7099318 A  | 11-04-1995   |
| US 6025211                                      | A  | 15-02-2000             | JP 3364119 B2<br>JP 10125932 A<br>EP 0827208 A2<br>US 5854496 A                   | 08-01-2003<br>15-05-1998<br>04-03-1998<br>29-12-1998               |
| US 6657223                                      | B1 | 02-12-2003             | US 6852600 B1   | 08-02-2005   |